

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

MENU

SEARCH

INDEX

BACK

NEXT

2/3



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 09237938

(43)Date of publication of application: 09.09.  
1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

H01L 33/00

(21)Application number:  
08042711

(71)Applicant: SHARP CORP

(22)Date of filing: 29.02.1996

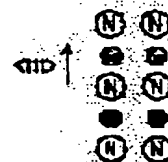
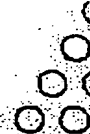
(72)Inventor: TERAGUCHI NOBUAKI

(54) III-V GROUP COMPOUND SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a single crystal having less crystal defects such as dislocation by using the (111) surface of a metal nitride having a rock salt as a crystal structure of a nitride based III-V group compound semiconductor light-emitting element as a substrate.

SOLUTION: A single crystal is formed by adjusting the target composition of a  $\text{Cr}_{0.24}\text{Zr}_{0.76}\text{N}$  substrate by using a single metal nitride taking a rock salt structure so that a composition ratio of Cr and Zr may become 24:76 and performing reactive sputtering. A (111) is desirable as a crystal surface of the substrate material. When the uppermost surface layer of the (111) surface is terminated with nitride atoms, the uppermost surface layer is covered with crystallographically equivalent nitride atoms and the positions to be stuck by gallium atoms also become equivalent so as to continuously grow a GaN single of a good wurzite structure. Two kinds or more of metal nitrides are optionally combined so as to obtain a substrate material lattice-matching to a nitride system III-V group compound semiconductor thus allowing formation of a good single crystal.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection][Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection][Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

---

**MENU****SEARCH****INDEX****BACK****NEXT**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-237938

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18			H 0 1 S 3/18	
H 0 1 L 33/00			H 0 1 L 33/00	C

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-42711

(22) 出願日 平成8年(1996)2月29日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 寺口 信明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

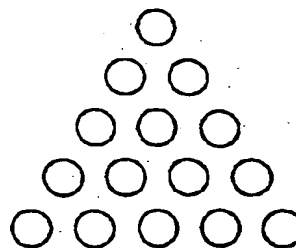
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 III-V族化合物半導体装置

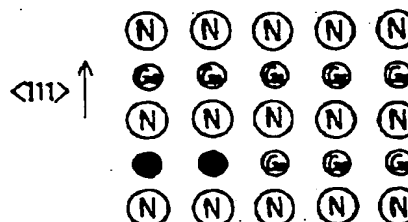
(57) 【要約】

【課題】 窒化物系III-V族化合物半導体との格子不整が極めて小さくできる基板材料を提供する。

【解決手段】 窒化物系III-V族化合物半導体発光素子において、結晶構造として岩塩構造をとる金属窒化物の(111)面を基板として用いることを特徴とする。



(111)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化物系III-V族化合物半導体発光素子において、結晶構造として岩塩構造をとる金属窒化物の(111)面を基板として用いてなることを特徴とするIII-V族化合物半導体装置。

【請求項2】 前記基板としてCrScN混晶基板を用い、その上に窒化物系III-V族化合物半導体として少なくともAlGaInクラッド層が形成されてなることを特徴とする請求項1に記載のIII-V族化合物半導体装置。

【請求項3】 前記基板としてVYbN混晶基板を用い、その上に窒化物系III-V族化合物半導体として少なくともAlGaInクラッド層が形成されてなることを特徴とする請求項1に記載のIII-V族化合物半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化物系III-V族化合物半導体装置に関する。さらに詳しくは、窒化物系III-V族化合物半導体装置のための基板材料に関する。

## 【0002】

【従来の技術】これまで、AlN、GaIn、InNなど窒化物系III-V族化合物半導体装置に用いられる基板としては、サファイア(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (特開平5-190903号公報)、あるいは炭化ケイ素(SiC)が検討されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記の基板上に形成された窒化物系III-V族化合物半導体は、良好な単結晶を得ることができず、そのため、これを用いて発光素子を作製すると、レーザーでは発振しない、LEDでは寿命が短いなどの問題があった。これは基板と化合物半導体との格子不整が大きな原因であるが、これまで窒化物系III-V族化合物半導体に格子整合した基板は見いだされていなかった。

【0004】例えば、従来Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基板の場合、GaInに対する格子不整は10%以上にもおよび、またSiC基板の場合も、GaIn、AlInに対してそれぞれ3.5%、1.0%の格子不整を有している。

【0005】本発明の目的は、窒化物系III-V族化合物半導体との格子不整が極めて小さくできる基板材料を見いだすことである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】各種金属窒化物の基板を検討した結果、金属窒化物より成る基板を用いることにより、格子整合した基板が得られることを見いだした。

【0007】本発明の窒化物系III-V族化合物半導体装置は、結晶構造として岩塩構造をとる金属窒化物の(111)面を基板として用いることを特徴とする。

【0008】また、本発明の窒化物系III-V族化合物半導体装置は、前記基板としてCr<sub>0.24</sub>Sc<sub>0.76</sub>Nを用い、その上に窒化物系III-V族化合物半導体として少なくともAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nクラッド層が形成されたことを特徴とする。

【0009】岩塩構造をとる単体の金属窒化物例としては表1のような材料がある。

## 【0010】

【表1】

金属窒化物	a cubic	a hex
CeN	5.011	3.54
CrN	4.140	2.93
DyN	4.905	3.47
ErN	4.839	3.42
EuN	5.014	3.55
GdN	4.999	3.53
HoN	4.874	3.45
LaN	5.301	3.75
LuN	4.766	3.37
NbN	5.151	3.64
PrN	5.155	3.65
PuN	4.905	3.47
ScN	4.440	3.14
SmN	5.048	3.57
TbN	4.933	3.49
ThN	5.200	3.68
TiN	4.235	2.99
TmN	4.809	3.40
UN	4.884	3.45
VN	4.128	2.92
YN	4.877	3.45
YbN	4.785	3.38
ZrN	4.610	3.26

【0011】ここで、表中の数値の単位は、オングストロームである。

【0012】基板材料の結晶面としては(111)面が好ましい。

【0013】これらの中に単体で窒化物系III-V族化合物半導体と格子整合するものがない場合には、これらのうちの2種以上からなる混晶基板を用いてもよい。

## 【0014】

【発明の実施の形態】以下に、実施例を示す。

【0015】(実施例1)図1は、本発明の一実施例である窒化物系III-V族化合物半導体装置の概要を示す断面図である。1は、Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nに格子整合したCr<sub>0.24</sub>Zr<sub>0.76</sub>N基板、2はn型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nクラッド層(Nd-Na=5×10<sup>17</sup>cm<sup>-3</sup>、膜厚20nm)、3はGa<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>N活性層(膜厚20nm)、4はp型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nクラッド層(Na-Nd=5×10<sup>17</sup>cm<sup>-3</sup>、膜厚1μm)、5はp型GaInコンタクト層(Na-Nd=1×10<sup>19</sup>cm<sup>-3</sup>、膜厚0.1μm)、6はp型GaInコンタクト層5の上に形成した電極である。n型側の電極は、基板をそのまま電極として用いている。

【0016】Cr<sub>0.24</sub>Zr<sub>0.76</sub>N基板の作製法としては、例えば、スパッタ膜のCrとZrの組成比が24:76となるようにターゲットの組成を調整し、ZrN基板の上に窒素あるいはアンモニア等のガスを用いて反応

性スパッタリングを行う方法等を用いることができる。

【0017】この半導体発光素子の電流-電圧特性を図2に、発光スペクトルを図3に示す。金属窒化物を基板として用いた場合、従来のサファイア基板上の発光素子に比べて、約3倍の発光強度を有する素子が、作製可能となった。

【0018】次に、格子整合の取り方について説明する。

【0019】例えばAl<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>N化合物半導体に対して格子整合した基板を得るには、以下のように行う。

【0020】表1は、岩塩構造をとる金属窒化物の格子定数a<sub>cubic</sub>を表したものである。この格子定数をもとにして、

$$a_{\text{hex}} = a_{\text{cubic}} / \sqrt{2}$$

を用いて求めた(111)面の窒素原子間の距離(この距離がウルツ鉱構造のa軸の格子定数と対応する) a<sub>hex</sub>を合わせて表1に示している。また、窒化物系III-V族化合物半導体、AlN, GaN, InNの格子定数を表2に示す。

【0021】

【表2】

化合物半導体	a <sub>cubic</sub>	a <sub>hex</sub>
AlN	4.401	3.11
GaN	4.510	3.19
InN	5.018	3.55

【0022】ここで、表中の数値の単位はオングストロームである。

【0023】クラッド層としてAl<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Nを用いた場合、a軸の格子定数は、

$$a = 3.11 + (3.19 - 3.11) \times 0.8 = 3.174 \text{ \AA}$$

となる。この格子定数と同一の格子定数を持つことができる組み合わせとしては、これより小さい格子定数をもつもの例えばVNと、大きい格子定数をもつもの例えばYbNとの組み合わせが挙げられる。その組成は、YbNの組成比をXとすると、

$$3.174 = 2.92 + (3.38 - 2.92) \times X$$

$$\text{これより}$$

$$X = 0.55$$

となり、基板材料としてV<sub>0.45</sub>Yb<sub>0.55</sub>Nが考えられる。

【0024】基板材料の結晶面としては(111)面が好ましく、(100)面、(110)面は結晶面としては適さない。これは、図4に示すように(111)面の最表面層を窒素原子でターミネートした場合、最表面層

は結晶学的に等価な窒素原子で覆われているため、例えばガリウム原子が付着する位置も結晶学的に等価となり、引き続いて良好なウルツ鉱構造のGaN単結晶が成長して行く。しかしながら、(100)面、(110)面の場合、最表面層を窒素原子でターミネートした場合、ガリウム原子は、図5に示す結晶学的に異なる2つの位置に付着することが可能となる。したがって、基板直上では岩塩構造のGaNが成長しようとするが、岩塩構造は安定な結晶構造でないため閃亜鉛鉱構造あるいはウルツ鉱構造のGaNへと遷移し、その結果、基板との界面で転位が生じてしまい、良好な単結晶成長が困難となる。

【0025】以上のように、表1から2種以上の金属窒化物を任意に組み合わせることによって、各種の窒化物系III-V族化合物半導体に格子整合する基板材料を得ることが可能となり、その結果、転位等の結晶欠陥の少ない良好な単結晶を得ることが可能となる。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、窒化物系III-V族化合物半導体発光素子において、窒化物系III-V族化合物半導体と格子整合した基板を用いることによって転位等の結晶欠陥の少ない良好な単結晶を得ることが可能となる。

【0027】また、金属窒化物は導電性があるため、基板そのものを電極として用いることができる。

【0028】さらに、基板そのものを電極として用いることができるため、素子の作製がサファイア基板の場合よりも容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の窒化物系III-V族化合物半導体装置の断面図である。

【図2】実施例の窒化物系III-V族化合物半導体装置の電流-電圧特性を示す図である。

【図3】実施例の窒化物系III-V族化合物半導体装置の発光スペクトルを示す図である。

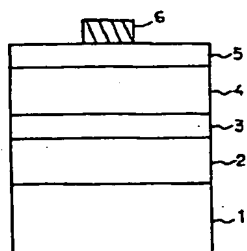
【図4】(111)面の原子配列を示す図である。

【図5】(100)及び(110)面の原子配列を示す図である。

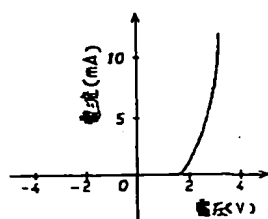
【符号の説明】

- 1 Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nに格子整合したCr<sub>0.1</sub>Sc<sub>0.9</sub>N基板
- 2 n型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nクラッド層
- 3 Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>N活性層
- 4 p型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nクラッド層
- 5 p型GaNコンタクト層
- 6 p型電極

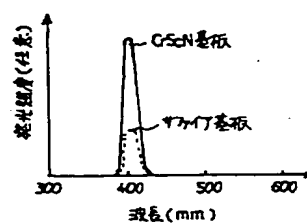
【図 1】



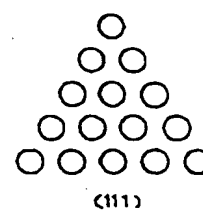
【図 2】



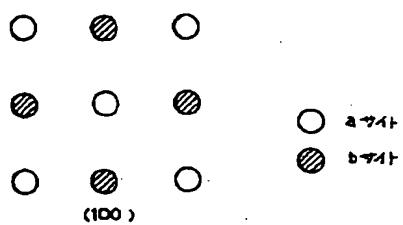
【図 3】



【図 4】



【図 5】



○ a サイト  
 ◐ b サイト

